

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 11 JAN 2005

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

10 2004 044 275.4

Anmeldetag:

10. September 2004

Anmelder/Inhaber:Leica Microsystems Heidelberg GmbH,
68165 Mannheim/DE**Bezeichnung:**Mikroskopobjektiv zur Totalinternen-Reflexions-
Mikroskopie und Mikroskop**IPC:**

G 02 B 21/06

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 19. November 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Brosig

BEST AVAILABLE COPY

**Mikroskopobjektiv zur Totalinternen-Reflexions-Mikroskopie und
Mikroskop**

Die Erfindung betrifft ein Mikroskopobjektiv insbesondere zur Totalinternen-
5 Reflexions-Mikroskopie.

Die Erfindung betrifft außerdem ein Mikroskop mit einem Mikroskopobjektiv.

Aus US 2002/0097489 A1 ist ein Mikroskop mit evaneszenter Beleuchtung
einer Probe bekannt. Das Mikroskop beinhaltet eine Weißlichtquelle, deren
Licht über eine Schlitzblende durch das Mikroskopobjektiv hindurch in den
10 eine Probe tragenden Objektträger zur evaneszenten Beleuchtung
eingekoppelt wird. Das Beleuchtungslicht pflanzt sich in dem Objektträger
durch totalinterne Reflexion fort, wobei die Beleuchtung der Probe nur im
Bereich des aus dem Objektträger herausragenden evaneszenten Feldes
erfolgt. Mikroskope dieser Art sind unter dem Begriff TIRFM (Total Internal
15 Reflection Fluorescent Microscope) bekannt.

Die z-Auflösung von TIRF-Mikroskopen ist aufgrund des nur ca. 100 nm in die
Probe ragenden evaneszenten Feldes außerordentlich gut.

Aus DE 101 08 796 A1 ist ein hochaperturiges Objektiv, insbesondere für
TIRF-Anwendungen bekannt. Das Objektiv besteht aus einer ersten Linse mit
20 einer positiven Brechkraft, einer zweiten Linse mit negativer Brechkraft, wobei

das Brennweitenverhältnis zwischen den beiden Linsen im Bereich von - 0,4 und - 0,1 liegt und die Gesamtbrechkraft größer Null ist. Ferner beinhaltet das Objektiv zwei positive Linsen, deren Verhältnisdurchmesser zur Brennweite größer 0,3 und kleiner 0,6 ist. Ferner beinhaltet das Objektiv eine Negativlinse und einer Sammellinse, wobei die Negativlinse der Frontgruppe zugewandt ist und das Brennweitenverhältnis der Negativlinse und der Sammellinse zwischen - 0,5 und - 2 liegt.

10 Aus DE 102 17 098 A1 ist eine Auflichtbeleuchtungsanordnung für die TIRF-Mikroskopie bekannt. Die Auflichtbeleuchtungsanordnung beinhaltet eine Beleuchtungsquelle, die im Betrieb ein polarisiertes Beleuchtungsstrahlenbündel abgibt, das unter einem Winkel zur optischen Achse propagiert und eine Umlenkeinrichtung, die das Beleuchtungsstrahlenbündel umlenkt und parallel zur optischen Achse in das
15 vorgesehen, dass das von der Beleuchtungsquelle abgegebene Beleuchtungsstrahlenbündel s- und p-Polarisationsrichtungen mit einer Phasendifferenz aufweist und die Umlenkeinrichtung das Beleuchtungsstrahlenbündel x-mal reflektiert, wobei $x = (n \times 180^\circ - d)/60^\circ$.

20 Aus DE 101 43 481 A1 ist ein Mikroskop zur TIRM (Total Internal Reflection Microscopy) bekannt. Das Mikroskop weist ein Mikroskopgehäuse und ein Objektiv auf. Das von einer Beleuchtungseinrichtung ausgehende Beleuchtungslicht kann über einen in das Mikroskopgehäuse einschiebbaren Adapter eingekoppelt werden.

25 Aus US 2004/0001253 A1 ist ein Mikroskop mit einem optischen Beleuchtungssystem, das ein einfaches Umschalten zwischen evaneszenter Beleuchtung und Reflektionsbeleuchtung ermöglicht. Das Beleuchtungssystem beinhaltet eine Laserlichtquelle, deren Licht in eine optische Faser eingekoppelt wird. Ferner ist eine Auskoppeloptik vorgesehen, die das aus der Faser austretende Licht in einen hinteren Brennpunkt des
30 Mikroskopobjektivs fokussiert. Die optische Faser ist in einer Ebene senkrecht zur optischen Achse des Mikroskopobjektivs verschiebbar.

Aus DE 102 29 935 A1 ist eine Einrichtung zur Einkopplung von Licht in einem Mikroskop bekannt. Dabei wird in der Leuchtfeldblendenebene durch eine als Schieber ausgeführte Lichtleitfaser-Einkopplung Laserlicht auf das Präparat
5 gerichtet. Die Erfindung ist insbesondere für das TIRF-Verfahren geeignet.

In der Rastermikroskopie wird eine Probe mit einem Lichtstrahl beleuchtet, um das von der Probe emittierte Detektionslicht, als Reflexions- oder Fluoreszenzlicht, zu beobachten. Der Fokus eines Beleuchtungslichtstrahlenbündels wird mit Hilfe einer steuerbaren
10 Strahlablenkeinrichtung, im Allgemeinen durch Verkippen zweier Spiegel, in einer Probenebene bewegt, wobei die Ablenkachsen meist senkrecht aufeinander stehen, so dass ein Spiegel in x-, der andere in y-Richtung ablenkt. Die Verkipfung der Spiegel wird beispielsweise mit Hilfe von Galvanometer-Stellelementen bewerkstelligt. Die Leistung des vom Objekt
15 kommenden Detektionslichtes wird in Abhängigkeit von der Position des Abtaststrahles gemessen. Üblicherweise werden die Stellelemente mit Sensoren zur Ermittlung der aktuellen Spiegelstellung ausgerüstet. Speziell in der konfokalen Rastermikroskopie wird ein Objekt mit dem Fokus eines Lichtstrahls in drei Dimensionen abgetastet.

20 Ein konfokales Rastermikroskop umfasst im Allgemeinen eine Lichtquelle, eine Fokussieroptik, mit der das Licht der Quelle auf eine Lochblende – die sog. Anregungsblende – fokussiert wird, einen Strahlteiler, eine Strahlablenkeinrichtung zur Strahlsteuerung, eine Mikroskopoptik, eine Detektionsblende und die Detektoren zum Nachweis des Detektions- bzw.
25 Fluoreszenzlichtes. Das Beleuchtungslicht wird über einen Strahlteiler eingekoppelt. Das vom Objekt kommende Fluoreszenz- oder Reflexionslicht gelangt über die Strahlablenkeinrichtung zurück zum Strahlteiler, passiert diesen, um anschließend auf die Detektionsblende fokussiert zu werden, hinter der sich die Detektoren befinden. Diese Detektionsanordnung wird
30 Descan-Anordnung genannt. Detektionslicht, das nicht direkt aus der Fokusregion stammt, nimmt einen anderen Lichtweg und passiert die Detektionsblende nicht, so dass man eine Punktinformation erhält, die durch

sequentielles Abtasten des Objekts mit dem Fokus des Beleuchtungslichtstrahlenbündels zu einem dreidimensionalen Bild führt. Meist wird ein dreidimensionales Bild durch schichtweise Bilddatennahme erzielt.

- 5 Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Mikroskopobjektiv, insbesondere zur Totalinternen-Reflexions-Mikroskopie anzugeben, dass die Möglichkeit einer zuverlässigen, effizienten und reproduzierbaren Probenbeleuchtung ihm bietet.

- 10 Diese Aufgabe wird durch ein Mikroskopobjektiv gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, dass das Mikroskopobjektiv zumindest eine Lichtleitfaser aufweist.

- Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Mikroskop anzugeben, dass eine effiziente, zuverlässige und reproduzierbare Möglichkeit zur Probenbeleuchtung, insbesondere zur Totalinternen-Reflexions-Mikroskopie bietet.
- 15

Die weitere Aufgabe wird durch ein Mikroskop gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, dass das Mikroskopobjektiv zumindest eine Lichtleitfaser aufweist.

- 20 In einer besonders bevorzugten Ausgestaltungsvariante des Mikroskopobjektivs ist durch die Lichtleitfaser Beleuchtungslicht unmittelbar in das Mikroskopobjektiv einkoppelbar. Vorzugsweise ist zumindest ein Teil der Lichtleitfaser – beispielsweise das Auskoppelende – mechanisch im Mikroskop und/oder am Mikroskopobjektiv befestigt. In einer besonders bevorzugten Variante ist das Auskoppelende in einer zur Fokalebene des
- 25 Mikroskopobjektivs konjugierten Ebene (Fourierebene) angeordnet. Diese Variante ist insbesondere zur Erzeugung einer evaneszenten Probenbeleuchtung besonders geeignet. Für den Fall, dass das Mikroskopobjektiv mehrere zur Fokalebene konjugierte Ebenen (Fourierebenen) beinhaltet, ist es von besonderem Vorteil, das
- 30 Auskoppelende in der der Frontlinse am nächsten gelegenen Fourierebene anzuordnen.

Insbesondere zur Erzeugung einer evaneszenten Probenbeleuchtung, bei der das Beleuchtungslicht unter schrägem Winkel in einen Objektträger bzw. in ein Deckglas eingekoppelt werden muss, ist es besonders vorteilhaft, das
5 Auskoppelende mit einer lateralen Ablage zur optischen Achse des Mikroskopobjektivs anzuordnen.

In einer bevorzugten Ausgestaltungsform weist die Lichtleitfaser ein Einkoppelende auf, in das Beleuchtungslicht einkoppelbar ist.

10 Vorzugsweise verläuft das aus dem Auskoppelende der Lichtleitfaser austretende Beleuchtungslicht durch den optischen Randbereich des Mikroskopobjektivs. Der übrige Bereich des Mikroskopobjektivs steht in dieser Variante für eine klassische Auflichtbeleuchtung (simultan oder sequentiell) zur Verfügung.

15 Vorzugsweise insbesondere zur Realisierung einer evaneszenten Probenbeleuchtung tritt das Beleuchtungslicht nach Durchlaufen des Mikroskopobjektivs unter einem einstellbaren Winkel zur optischen Achse aus dem Mikroskopobjektiv aus. Zur Einstellung des Winkels ist die Position des Auskoppelendes im Mikroskopobjektiv, insbesondere der laterale Abstand zur optischen Achse einstellbar.

20 In einer besonders bevorzugten Ausgestaltungsform des erfindungsgemäßen Mikroskops ist zumindest eine Beleuchtungslichtquelle vorgesehen, die Beleuchtungslicht emittiert, das in das Einkoppelende der Lichtleitfaser einkoppelbar ist. Vorzugsweise ist das Einkoppelende der Lichtleitfaser in einer zur Fokalebene des Mikroskopobjektivs korrespondierenden Ebene (z.B.
25 Zwischenbildebene) angeordnet.

In einer besonderen Ausgestaltungsvariante weist das Mikroskop eine Strahlableitenrichtung auf, mit der das Beleuchtungslicht auf das Einkoppelende der Lichtleitfaser richtbar ist. Das Einkoppelende der Lichtleitfaser kann in dieser Ausgestaltungsvariante beispielsweise etwas
30 außerhalb des Zwischenbildfeldes liegen, so dass das Zwischenbild durch das Vorhandensein der Lichtleitfaser nicht gestört wird.

In einer ganz besonders bevorzugten Ausgestaltungsvariante ist das Mikroskop als Rastermikroskop, insbesondere als konfokales Rastermikroskop ausgeführt. In dieser Variante kann das Beleuchtungslicht, dass durch die Lichtleitfaser geführt wird, insbesondere zur TIRF-Beleuchtung verwendet werden. Besonders vorteilhaft ist es dabei, dass alle Beleuchtungslichtwellenlängen, die auch für die klassische konfokale Rastermikroskopie verfügbar sind, für die TIRF-Anwendungen nutzbar sind. Auch eine evaneszente Probenbeleuchtung mit Beleuchtungslicht mehrerer Wellenlängen ist simultan ausführbar. Ein schnelles Umschalten zwischen evaneszenter Probenbeleuchtung und einer Probenabrasterbeleuchtung ist nahezu beliebig schnell realisierbar, da die Strahlableitenrichtung eines Rastermikroskops sehr schnell arbeitet.

Bei einem konfokalen Rastermikroskop ist beispielsweise ein schnelles Umschalten von Photoaktivierung oder Photorelease und evaneszenter Beleuchtung ermöglicht. Eine Detektion kann sowohl mit einer Kamera und/oder mit einem Funkdetektor (z.B. konfokal) erfolgen.

Erfindungsgemäß kann das Mikroskopobjektiv mit mehreren Lichtleitfasern oder Lichtleitfaserbündeln ausgerüstet sein, die Austrittsenden der mehreren Lichtleitfasern können im Mikroskopobjektiv an verschiedenen Stellen positioniert sein und entsprechend der Experimentanforderungen verwendet werden.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend beschrieben, wobei gleich wirkende Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Dabei zeigen:

Fig. 1 Ein erfindungsgemäßes Rastermikroskop mit einem erfindungsgemäßen Mikroskopobjektiv und

Fig. 2 Ein weiteres Mikroskop mit einem erfindungsgemäßen Mikroskopobjektiv.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Mikroskop, das als konfokales

Rastermikroskop ausgebildet ist, mit einem Mikroskopobjektiv 1, das eine Lichtleitfaser 3 aufweist. Die Lichtleitfaser 3 weist ein Auskoppelende 5 auf, das innerhalb des Mikroskopobjektivs 1 angeordnet ist und zwar in einer zur Fokalebene 7 des Mikroskopobjektivs 1 konjugierten Fourierebene 9. Das

5 Rastermikroskop weist eine Lichtquelle 11, die als Mehrlinienlaser 13 ausgebildet ist, auf. Das von der Beleuchtungslichtquelle 11 erzeugte Beleuchtungslicht 15 wird von einem Hauptstrahlteiler 17 zu einer Strahlableskeinrichtung 19, die einen kardanisch aufgehängten Scanspiegel 21 beinhaltet, gelenkt. Zum Abrastern der Probe führt die

10 Strahlableskeinrichtung 19 das Beleuchtungslicht durch die Scanoptik 23, die Tubusoptik 25 und durch den Strahlteiler 27 sowie durch das Mikroskopobjektiv 1 über bzw. durch die Probe 29, die auf einem Objektträger 31 angeordnet ist. Das von der Probe 29 ausgehende Detektionslicht 33 gelangt auf dem selben Lichtweg, nämlich durch das Mikroskopobjektiv 1,

15 durch den Strahlteiler 27, die Tubusoptik 25 sowie durch die Scanoptik 23 zurück zur Strahlableskeinrichtung und zum Hauptstrahlteiler 17, passiert diesen und die nachfolgende Detektionslochblende 35 und gelangt schließlich zum Detektor 37, der als Multibanddetektor 35 ausgeführt ist. Zur Realisierung einer evaneszenten Probenbeleuchtung (TIRF-Beleuchtung) wird das

20 Beleuchtungslicht 15 von der Strahlableskeinrichtung 19 durch die Scanoptik 23 hindurch auf das Einkoppelende 39 der Lichtleitfaser 3 gelenkt. Das Einkoppelende 39 befindet sich in einer zur Fokalebene 7 des Mikroskopobjektivs 1 korrespondierenden Ebene 41, nämlich einer Zwischenbildebene 43. Das in die Lichtleitfaser 3 eingekoppelte

25 Beleuchtungslicht 15 verläuft durch den Randbereich des Mikroskopobjektivs 1 und tritt unter einem schrägem Winkel zur optischen Achse des Mikroskopobjektivs 1 aus der Frontlinse 45 aus. Der Winkel ist durch Verändern des Abstandes des Austrittsendes 5 zur optischen Achse 47 des Mikroskopobjektivs 1 einstellbar. Das Mikroskopobjektiv 1 ist über ein

30 Immersionsmittel 49 optisch an das Deckglas 31 angekoppelt. Zur Erzeugung eines Abbildes der evaneszent beleuchteten Probe 29 steht eine Kamera 51 zur Verfügung, die das von der Probe ausgehende weitere Detektionslicht 53, das durch das Mikroskopobjektiv verläuft und vom Strahlteiler 27 zur Kamera

51 gelenkt wird, empfängt.

Fig. 2 zeigt ein anderes erfindungsgemäßes Mikroskop, das ebenfalls als
konfokales Rastermikroskop ausgebildet ist. Bei dieser Ausführungsvariante
ist der das weitere Detektionslicht 53 zur Kamera lenkende Strahlteiler 27
5 oberhalb der Zwischenbildebene 43 angeordnet.

Die Erfindung wurde in Bezug auf eine besondere Ausführungsform
beschrieben. Es ist jedoch selbstverständlich, dass Änderungen und
Abwandlungen durchgeführt werden können, ohne dabei den Schutzbereich
der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.



10

Bezugszeichenliste:

	1	Mikroskopobjektiv
	3	Lichtleitfaser
5	5	Auskoppelende
	7	Fokalebene
	9	Fourierebene
	11	Lichtquelle
	13	Mehrlinienlaser
10	15	Beleuchtungslicht
	17	Hauptstrahlteiler
	19	Strahlableinrichtung
	21	Scanspiegel
	23	Scanoptik
15	25	Tubusoptik
	27	Strahlteiler
	29	Probe
	31	Objektträger
	33	Detektionslicht
20	35	Detektionslochblende
	37	Detektor
	39	Einkoppelende
	41	zur Fokalebene 7 korrespondierende Ebene
	43	Zwischenbildebene
25	45	Frontlinse

10

- 47 optische Achse
- 49 Immersionsmittel
- 51 Kamera
- 53 Detektionslicht

5



Patentansprüche

1. Mikroskopobjektiv insbesondere zur Totalinternen-Reflexions-Mikroskopie, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikroskopobjektiv zumindest eine Lichtleitfaser aufweist.
- 5 2. Mikroskopobjektiv nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Lichtleitfaser Beleuchtungslicht unmittelbar in das Mikroskopobjektiv einkoppelbar ist.
3. Mikroskopobjektiv nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Lichtleitfaser mechanisch im
10 Mikroskopobjektiv und/oder am Mikroskopobjektiv befestigt ist.
4. Mikroskopobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtleitfaser ein Auskoppelende aufweist, dass im Mikroskopobjektiv angeordnet ist.
5. Mikroskopobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
15 gekennzeichnet, dass das Auskoppelende in einer zur Fokalebene des Mikroskopobjektiv konjugierten Ebene (Fourierebene) angeordnet ist.
6. Mikroskopobjektiv nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Auskoppelende in einer zur Fokalebene des Mikroskopobjektiv konjugierten Ebene (Fourierebene) angeordnet ist, die der Frontlinse des
20 Mikroskopobjektiv am nächsten ist.
7. Mikroskopobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Auskoppelende mit einer lateralen Ablage zur optischen Achse des Mikroskopobjektiv angeordnet ist.
8. Mikroskopobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch
25 gekennzeichnet, dass die Lichtleitfaser ein Einkoppelende aufweist, in das Beleuchtungslicht einkoppelbar ist.
9. Mikroskopobjektiv nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Auskoppelende der Lichtleitfaser austretendes

Beleuchtungslicht durch den optischen Randbereich des Mikroskopobjektiv verläuft.

10. Mikroskopobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Beleuchtungslicht nach Durchlaufen des Objektivs unter einem einstellbaren Winkel zur optischen Achse aus dem Objektiv austritt.
11. Mikroskopobjektiv nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des Auskoppelendes im Mikroskopobjektiv zur Einstellung des Winkels veränderbar ist.
12. Mikroskop mit einem Mikroskopobjektiv, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikroskopobjektiv zumindest eine Lichtleitfaser aufweist.
13. Mikroskop nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Lichtleitfaser Beleuchtungslicht unmittelbar in das Mikroskopobjektiv einkoppelbar ist.
14. Mikroskop nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Lichtleitfaser mechanisch im Mikroskopobjektiv und/oder am Mikroskopobjektiv befestigt ist.
15. Mikroskop nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtleitfaser ein Auskoppelende aufweist, dass im Mikroskopobjektiv angeordnet ist.
16. Mikroskop nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Auskoppelende in einer zur Fokalebene des Mikroskopobjektiv konjugierten Ebene (Fourierebene) angeordnet ist.
17. Mikroskop nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Auskoppelende in einer zur Fokalebene des Mikroskopobjektiv konjugierten Ebene (Fourierebene) angeordnet ist, die der Frontlinse des Mikroskopobjektiv am nächsten ist.
18. Mikroskop nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Auskoppelende mit einer lateralen Ablage zur optischen Achse des Mikroskopobjektiv angeordnet ist.

19. Mikroskop nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtleitfaser ein Einkoppelende aufweist, in das Beleuchtungslicht einkoppelbar ist.

5 20. Mikroskop nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Auskoppelende der Lichtleitfaser austretendes Beleuchtungslicht durch den optischen Randbereich des Mikroskopobjektiv verläuft.

10 21. Mikroskop nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Beleuchtungslicht nach Durchlaufen des Objektivs unter einem einstellbaren Winkel zur optischen Achse aus dem Objektiv austritt.

22. Mikroskop nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des Auskoppelendes im Mikroskopobjektiv zur Einstellung des Winkels veränderbar ist.

15 23. Mikroskop nach einem der Ansprüche 12 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikroskop zumindest eine Beleuchtungslichtquelle aufweist, die Beleuchtungslicht emittiert, das in das Einkoppelende der Lichtleitfaser einkoppelbar ist.

20 24. Mikroskop nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Einkoppelende der Lichtleitfaser in einer zur Fokalebene des Mikroskopobjektivs korrespondierenden Ebene angeordnet ist.

25 25. Mikroskop nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Einkoppelende der Lichtleitfaser in einer Zwischenbildebene des Mikroskops angeordnet ist.

26. Mikroskop nach einem der Ansprüche 23 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikroskop eine Strahlableitvorrichtung aufweist mit der das Beleuchtungslicht auf das Einkoppelende der Lichtleitfaser richtbar ist.

30 27. Mikroskop nach einem der Ansprüche 12 bis 26, dadurch

gekennzeichnet, dass das durch die Lichtleitfaser transportierte Beleuchtungslicht zur TIRF Beleuchtung dient.

28. Mikroskop nach einem der Ansprüche 12 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass das Licht der Beleuchtungslichtquelle zur TIRF
5 Beleuchtung in die Lichtleitfaser einkoppelbar ist und zur direkten Probenbeleuchtung an der Lichtleitfaser vorbei führbar ist.

29. Mikroskop nach einem der Ansprüche 12 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikroskop ein Rastermikroskop umfasst.

30. Mikroskop nach einem der Ansprüche 12 bis 29, dadurch
10 gekennzeichnet, dass das Mikroskop ein konfokales Rastermikroskop umfasst.

Zusammenfassung

- 5 Ein Mikroskopobjektiv insbesondere zur Totalinternen-Reflexions-Mikroskopie, ist dadurch gekennzeichnet, dass das Mikroskopobjektiv eine Lichtleitfaser aufweist.

Fig. 1

10

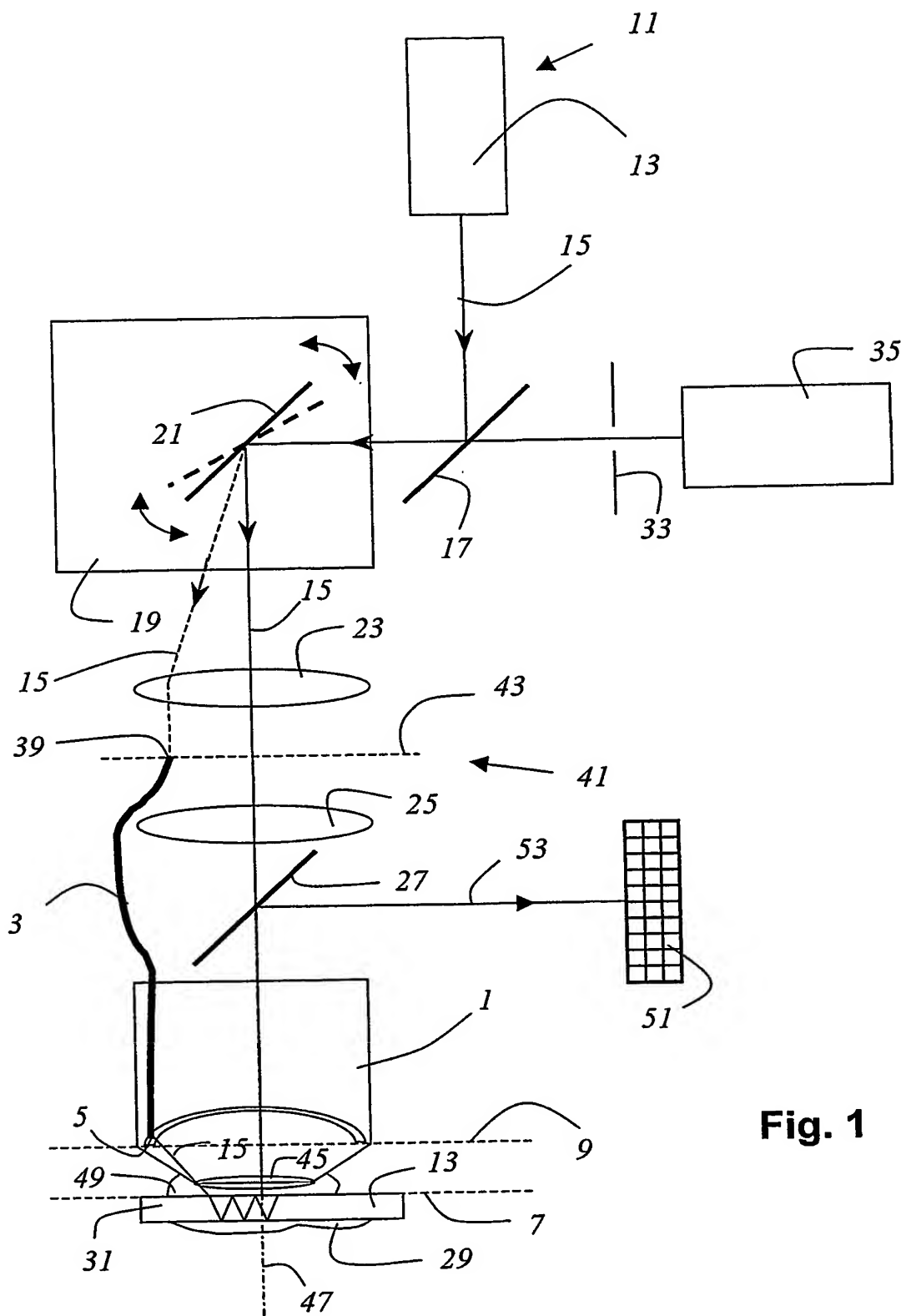


Fig. 1

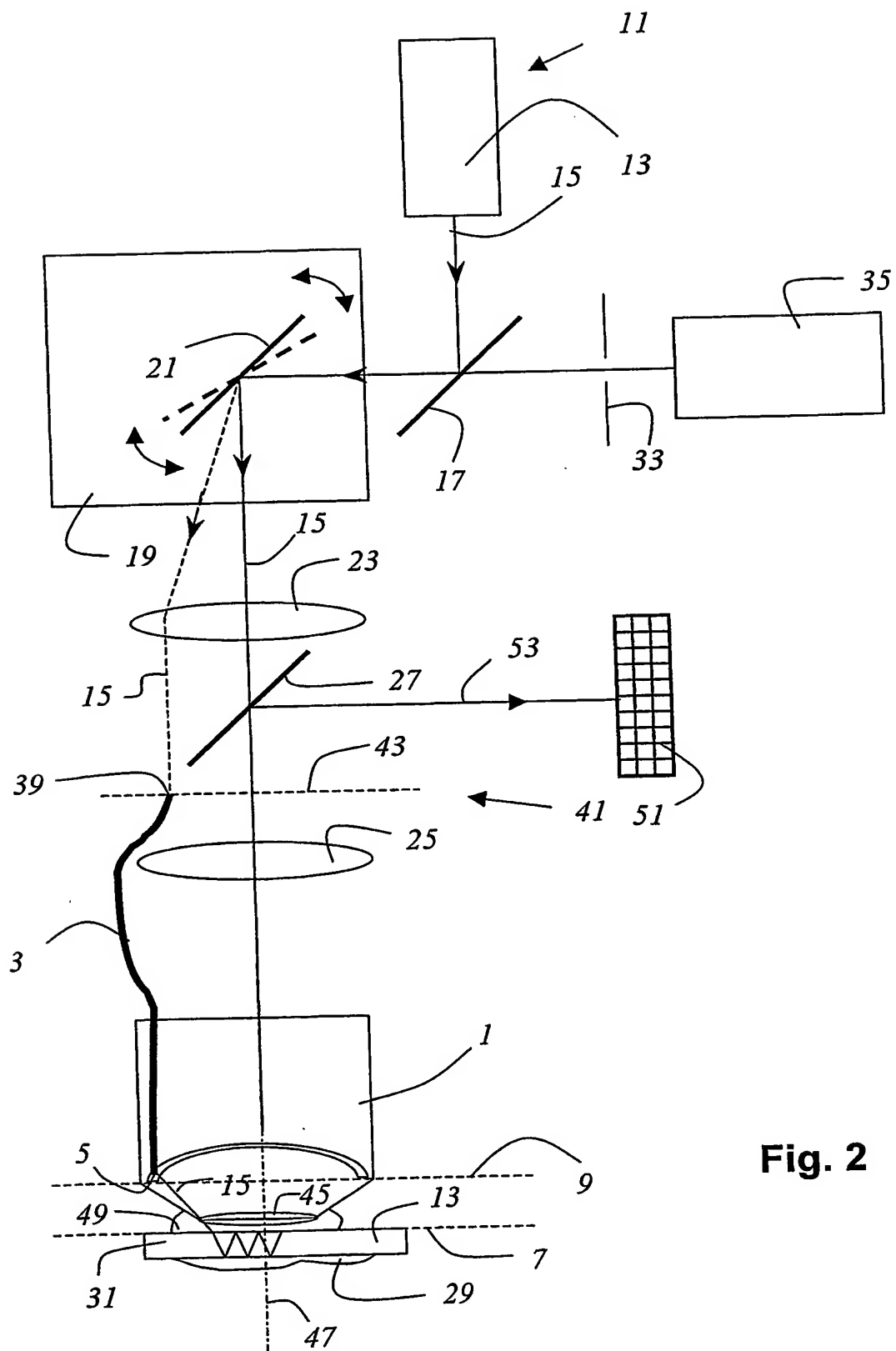


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.